

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



EP04/8322

EPO-DG 1

21.10.2004

| | |
|-------|-------------|
| REC'D | 09 NOV 2004 |
| WIPO | PCT |

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

103 34 590.6

Anmeldetag:

28. Juli 2003

Anmelder/Inhaber:

Uhde GmbH, 44141 Dortmund/DE

Bezeichnung:

Verfahren zur Gewinnung von Wasserstoff
aus einem methanhaltigen Gas, insbesondere
Erdgas und Anlage zur Durchführung des Ver-
fahrens

IPC:

C 01 B 3/38

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 22. September 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Wallner

ANDREJEWSKI, HONKE & SOZIEN

PATENTANWÄLTE
EUROPEAN PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS

Diplom-Physiker
DR. WALTER ANDREJEWSKI (- 1996)
Diplom-Ingenieur
DR.-ING. MANFRED HONKE
Diplom-Physiker
DR. KARL GERHARD MASCH
Diplom-Ingenieur
DR.-ING. RAINER ALBRECHT
Diplom-Physiker
DR. JÖRG NUNNENKAMP
Diplom-Chemiker
DR. MICHAEL ROHMANN
Diplom-Physiker
DR. ANDREAS VON DEM BORNE

Anwaltsakte:
97 182/yf*Ri

D 45127 Essen, Theaterplatz 3
D 45002 Essen, P.O. Box 10 02 54

26. Mai 2003

Patentanmeldung

Uhde GmbH
Friedrich-Uhde-Straße 15

44141 Dortmund

Verfahren zur Gewinnung von Wasserstoff aus einem
methanhaltigen Gas, insbesondere Erdgas und Anlage zur
Durchführung des Verfahrens

Beschreibung:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gewinnung von
5 Wasserstoff aus einem methanhaltigen Gas, insbesondere Erdgas.

Aus US 5 131 930 ist eine konventionelle Wasserstoffanlage bekannt, die mit Erdgas als Einsatzstoff betrieben wird. In
10 der Anlage erfolgt zunächst eine im allgemeinen mit Wasserdampf betriebene katalytische Spaltung von im Erdgas enthaltenen Kohlenwasserstoffen in einem beheizten Reformers zur Erzeugung von Kohlenmonoxid und wasserstoffhaltigem Synthesegas. Danach erfolgt eine katalytische
15 Konvertierung des Kohlenmonoxids zu Wasserstoff und anschließend die Reindarstellung des Wasserstoffes mit Hilfe einer Druckwechseladsorptionsanlage. Die Abgase der Adsorptionsanlage werden zur Brennkammer des Reformers zurückgeführt und dort gemeinsam mit zusätzlich zugeführtem
20 Erdgas verbrannt. Es ist auch bekannt, als zusätzlichen Brennstoff Raffineriegas oder andere Brenngase einzusetzen. Durch die Dampfspaltung des Methans wird eine signifikante Menge Kohlendioxid gemäß dem Wassergasgleichgewicht

25
$$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{H}_2 + \text{CO}_2$$

erzeugt, die sich in der Konvertierungsstufe durch die Kohlenmonoxid-Konvertierung weiter auf eine Konzentration von im allgemeinen ca. 16 vol. % (trocken) erhöht. Diese
30 Kohlendioxidmenge gelangt über den Kamin der Brennkammer zusammen mit dem durch die Feuerung von zusätzlichen

kohlenstoffhaltigen Brennstoffen erzeugten Kohlendioxid in die Atmosphäre. Der CO_2 -Gehalt im Rauchgas liegt im allgemeinen über 20 vol. % (trocken). In einer Raffinerie stellt somit eine derart konzipierte Wasserstoffanlage
5 einen der größten Kohlendioxid-Emittenten dar.

Aus US 4 553 981 ist ein Verfahren zur Gewinnung von Wasserstoff bekannt, bei dem ein kohlenwasserstoffhaltiges Gas mit Dampf reformiert und konvertiert wird. In einer
10 Wäsche wird danach aus dem konvertiertem Gasstrom ein CO_2 -Abgasstrom abgetrennt. Anschließend erfolgt eine Isolierung von Wasserstoff mit Hilfe einer Druckwechseladsorptionsanlage. Der Abgasstrom der Adsorptionsanlage wird verdichtet und in die Reformierung bzw. die Konvertierung
15 zurückgeführt. Hierdurch entstehen große Kreislaufströme. Zur Vermeidung einer Akkumulation von Inertgasen, wie z. B. Stickstoff, muss dem Abgasstrom der Druckwechseladsorptionsanlage ein Purgestrom entnommen werden. Die Befeuerung des Reformers erfolgt auf konventionelle Weise.
20 Das Verfahren ist ferner aufwendig und teuer.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein einfaches und kostengünstiges Verfahren zur Gewinnung von Wasserstoff aus einem methanhaltigen Gas, insbesondere Erdgas
25 anzugeben, bei dem nur geringe Mengen an Kohlendioxid in die Umgebung abgegeben werden.

Gegenstand der Erfindung und Lösung dieser Aufgabe ist ein Verfahren zur Gewinnung von Wasserstoff aus einem methanhaltigen Gas, insbesondere Erdgas, nach Anspruch 1. In dem
30 Gas enthaltende Kohlenwasserstoffe werden in einem Reformier

mittels Wasserdampf katalytisch in Wasserstoff, Kohlenmonoxid und Kohlendioxid gespalten werden, und in einer nachgeschalteten Konvertierungsstufe erfolgt mit Wasserdampf eine katalytische Konvertierung der entstandenen Kohlenmonoxide zu Kohlendioxid und Wasserstoff. Das Kohlendioxid wird mittels einer Gaswäsche aus dem konvertiertem Gasstrom entfernt, und der gewaschene wasserstoffreiche Gasstrom wird anschließend in einer Druckwechseladsorptionsanlage in einen aus Wasserstoff bestehenden Produktgasstrom und einen Abgasstrom getrennt. Der Abgasstrom wird zusammen mit Wasserstoff, der hinter der Gaswäsche aus dem Gasstrom abgezweigt wird, als weitgehend kohlenstofffreies Brenngas dem Reformers zugeführt und dort verbrannt.

15 Während in dem Reformer eine nahezu vollständige Spaltung der Kohlenwasserstoffe in Wasserstoff, Kohlenmonoxid und Kohlendioxid erfolgt, wird anschließend in der Konvertierungsstufe das entstandene Kohlenmonoxid zu Kohlendioxid umgesetzt, welches in der nachfolgenden Gaswäsche entfernt wird. Das Abgas der Druckwechseladsorptionsanlage enthält daher im Wesentlichen Wasserstoff und nur noch geringe Mengen an Kohlenstoff. Gleiches gilt für den Wasserstoff, der hinter der Gaswäsche aus dem Gasstrom abgezweigt wird.

25 Bei der gemeinsamen Verbrennung dieser beiden Gasströme im Reformer entsteht daher ein überwiegend Wasser enthaltendes Abgas, während der Kohlendioxidgehalt gering ist. Durch die Gasrückführung entfällt eine Zusatzfeuerung des Reformers mit kohlenstoffhaltigen Brennstoffen, so dass die Kohlendioxidemission deutlich sinkt. Im Vergleich zu konventionellen Verfahren kann der Kohlendioxidausstoß um

30

ca. 75 % gesenkt werden. Bei den verfahrenstechnischen Schritten, die im Rahmen der erfindungsgemäßen Lehre zur Anwendung kommen, handelt es sich ausnahmslos um ausgereifte Technologien, die in der Wasserstoffherstellung
5 bereits seit längerer Zeit erfolgreich eingesetzt werden. Der Aufwand, der für die Erzielung der beschriebenen Kohlendioxid-Reduktion erforderlich ist, ist vergleichsweise gering. Es besteht daher auch die Möglichkeit, eine vorhandene konventionelle Wasserstoffanlage umzurüsten, um
10 mit ihr das erfindungsgemäße Verfahren zu betreiben.

Vorzugsweise wird für die Konvertierungsstufe ein bei mittlerer Temperatur betriebener Konvertierungsreaktor oder ein Hochtemperaturkonvertierungsreaktor mit nachgeschaltetem Tieftemperaturkonvertierungsreaktor verwendet.
15 Hierdurch wird eine nahezu vollständige Konvertierung des entstandenen Kohlenmonoxids zu Kohlendioxid gewährleistet, welches nachfolgend über die Gaswäsche aus dem Gasstrom entfernt werden kann. Bei der Verwendung eines nachgeschalteten Tieftemperaturkonvertierungsreaktors besteht
20 der Vorteil, dass der Hochtemperaturkonvertierungsreaktor einer vorhandenen Wasserstoffanlage weiter genutzt werden kann, wodurch die Umrüstkosten für eine vorhandene Anlage deutlich gesenkt werden.

25 Vorzugsweise wird in der Gaswäsche technisch reines Kohlendioxid abgetrennt, welches für technische Anwendungen genutzt oder zu einem Produkt mit einer in der Lebensmittelindustrie einsetzbaren Qualität weiter verarbeitet
30 wird. Neben der Verwendung als Einsatzstoff für die Lebensmittelindustrie kommt als Verwendung des technisch

reinen Kohlendioxids beispielsweise die Befüllung einer Erdölbohrung als Maßnahme zur effizienten Erdölförderung in Frage. Alternativ kann das Kohlendioxid auch als Rohstoff für eine Methanolsynthese eingesetzt werden. Die Kohlendioxidwäsche kann hierbei mit bekannten physikalischen Verfahren, wie z. B. Rectisol, Selexol oder Genosorb, oder aber mit einem chemischen bzw. physikalisch/chemischen Verfahren, z. B. amDEA (wässrige Lösung von N-Methyldiethanolamin) oder Sulfinol, betrieben werden.

5

Zweckmäßigerweise wird der konvertierte Gasstrom vor Eintritt in die Druckwechselabsorptionsanlage verdichtet. Hierdurch wird die Wirksamkeit der Kohlendioxid-Wäsche erhöht.

10

Gegenstand der Erfindung ist auch eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens gemäß Anspruch 5. Bevorzugte Ausführungen dieser Anlage sind in den Unteransprüchen 6 bis 8 beschrieben.

15

Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung ausführlich erläutert. Es zeigen schematisch:

20

25 Fig. 1 ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Verfahren,

Fig. 2 ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Verfahrens nach Umrüstung einer konventionellen Wasserstoffanlage.

30

Die Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Gewinnung von Wasserstoff aus einem methanhaltigen Erdgas. Einem Erdgasstrom 1 wird ein Wasserdampfstrom 2 beige- mischt. Die im Erdgas enthaltenen Kohlenwasserstoffe, insbesondere Methan, werden in einem mit einer Brennkammer 3 ausgerüsteten Reformer 4 mit Hilfe des beigemischten Wasserdampfstromes 2 katalytisch in Wasserstoff, Kohlen- monoxid und Kohlendioxid gespalten. Diese Reformierung erfolgt nahezu vollständig, so dass am Austritt des Reformers 4 praktisch keine kohlenwasserstoffhaltigen Gase mehr vorliegen. In einem nachgeschalteten, bei mittlerer Temperatur betriebenen Konvertierungsreaktor 5 erfolgt mit Hilfe des Wasserdampfes eine katalytische Konvertierung des entstandenen Kohlenmonoxids zu Kohlendioxid und Wasserstoff. Auch diese Reaktion verläuft nahezu vollständig, so dass der Kohlenmonoxidgehalt des aus dem Konvertierungsreaktor 5 austretenden Gasstromes 6 < 1 vol. % (trocken) liegt. Der Gasstrom 6 wird danach mit Hilfe eines Gaskompressors 16 verdichtet. Anschließend wird das entstandene Kohlendioxid mit Hilfe einer Gaswäsche 7 nahezu vollständig aus dem die Kompressionsstufe verlassenden Gasstrom 8 entfernt. Im Ausführungsbeispiel wird die Gaswäsche 7 mit einer wässrigen Lösung von N-Methyldiethanolamin (amDEA) als Waschflüssigkeit betrieben. Im Rahmen der Erfindung liegt es jedoch auch, andere bekannte Wäscheverfahren, wie z. B. Rectisol, Selexol, Genosorb oder Sulfinol, einzusetzen. Das in der Wäsche 7 gewonnene Kohlendioxid 18 wird in einer weiteren Reinigungsstufe 9 auf eine in der Lebensmittelindustrie einsetzbare Reinheit weiter aufkonzentriert. Der gewaschene Gasstrom 10 enthält nur noch sehr geringe Mengen an

Kohlenstoff und wird anschließend in einer Druckwechsel-
adsorptionsanlage 11 in einen aus Wasserstoff 12
bestehenden Produktgasstrom und einen Abgasstrom 13
getrennt. Der Produktgasstrom 12 weist einen Wasserstoff-
5 gehalt von mehr als 99 vol. % auf. Der Abgasstrom 13
enthält im Wesentlichen ebenfalls Wasserstoff und nur
geringfügige Mengen an nicht bzw. nur teilweise umgesetzten
Kohlenwasserstoffen. Gemeinsam mit einem hinter der Wäsche
7 über eine Einrichtung 19 abgezweigten, im Wesentlichen
10 ebenfalls aus Wasserstoff bestehenden Teilstrom 14, wird
der Abgasstrom 13 über eine Leitung 17 der Brennkammer 3
des Reformers 4 zugeführt und dort verbrannt. Die Menge des
Teilstromes 14 wird hierbei so eingestellt, dass sie bei
der gemeinsamen Verbrennung mit dem Abgasstrom 13 den
15 Energiebedarf des Reformers 4 deckt. Da sowohl der
Abgasstrom 13 als auch der Teilstrom 14 überwiegend aus
Wasserstoff bestehen und nur geringe Mengen an Kohlenstoff
enthalten, weist das Abgas 15 der Brennkammer 4 einen hohen
Wasserdampfgehalt und nur einen geringen Kohlendioxidanteil
20 auf. Gegenüber konventionellen Verfahren zur Wasserstoff-
gewinnung, bei denen die Brennkammer mit kohlenstoff-
haltigen Brennstoffen, wie z. B. Erdgas und kohlen-
monoxidhaltigen Abgasen, befeuert wird, zeichnet sich das
erfindungsgemäße Verfahren somit durch eine geringe
25 Kohlendioxidemission auf.

Bei den beschriebenen Verfahrensschritten, die im Rahmen
der erfindungsgemäßen Lehre zur Anwendung kommen, handelt
es sich durchweg um technisch ausgereifte Technologien, die
30 sich sowohl bei der Herstellung von Wasserstoff als auch
bei der Produktion von Ammoniak bewährt haben. Der Reformer

4 muss lediglich ausreichend groß bemessen sein, um eine weitgehend vollständige katalytische Spaltung des Methan-
gases zu gewährleisten. Der Konvertierungsreaktor 5 wird
bei mittlerer Temperatur betrieben, um eine nahezu
5 vollständige Konvertierung des entstandenen Kohlenmonoxids
zu Kohlendioxid sicherzustellen. Durch den nachgeschalteten
Kompressor 16 werden Druckverluste kompensiert und die
Wirksamkeit der nachfolgenden Wäsche 7 erhöht. Das im
Ausführungsbeispiel mittels der Reinigungsstufe 9 gewonnene
10 Kohlendioxid 21 kann in der Lebensmittelindustrie weiter
verarbeitet werden. Alternativ hierzu besteht jedoch auch
die Möglichkeit, das in der Wäsche 7 gewonnene technisch
reine Kohlendioxid 18 direkt für technische Anwendungen zu
nutzen. Hierbei kommt beispielsweise die Befüllung einer
15 Erdölbohrung als Maßnahme zur effizienten Erdölförderung
oder aber auch die Verwendung als Rohstoff für eine
Methanolsynthese in Frage.

Der Aufwand zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens
20 ist vergleichsweise gering. Insbesondere besteht die
Möglichkeit, eine vorhandene konventionelle Wasserstoff-
anlage so umzurüsten, dass mit ihr das erfindungsgemäße
Verfahren betrieben werden kann. Die Fig. 2 zeigt eine
erfindungsgemäß umgerüstete konventionelle Wasserstoff-
25 anlage. Die bereits vorhandenen Anlagenkomponenten sind mit
durchgezogenen Linien gekennzeichnet, während die im Rahmen
der Umrüstung hinzugefügten Bestandteile gestrichelt
dargestellt sind. Die konventionelle Wasserstoffanlage
weist einen mit einer Brennkammer 3' ausgerüsteten Reformier-
30 4' zur katalytischen Spaltung von gasförmigen Kohlen-
wasserstoffen mit Wasserdampf auf. Dahinter ist ein

Hochtemperaturkonvertierungsreaktor 5' zur katalytischen Konvertierung von Kohlenmonoxid mit Wasserdampf zu Kohlendioxid und Wasserstoff angeordnet. Hieran schließt sich eine Druckwechseladsorptionsanlage 11' zur Isolierung von Wasserstoff 12' aus dem konvertierten Gasstrom 8' mit angeschlossener Gasleitung 17' zur Brennkammer 3' zwecks Befeuerung des Reformers 4' mit einem aus der Adsorptionsanlage 11' austretenden Abgasstrom 13' an. Im Rahmen der Umrüstung wurde die Kapazität des Reformierungsschrittes durch einen dem Reformer 4' vorgeschalteten Pre-Reformer 4'' sowie einem dem Reformer 4' nachgeschalteten Post-Reformer 4''' um ca. 20 % erhöht. Gegebenenfalls reicht es jedoch auch aus, nur einen der beiden zusätzlichen Reformer 4'', 4''' vorzusehen. Der Hochtemperaturkonvertierungsreaktor 5', welcher im allgemeinen bei Temperaturen zwischen 360 und 500°C arbeitet, wurde durch einen nachgeschalteten, im Bereich von ca. 210 bis 270°C arbeitenden, Niedertemperaturkonvertierungsreaktor 5'' ergänzt, um eine möglichst vollständige Konvertierung des Kohlenmonoxids zu Kohlendioxid zu erreichen. Alternativ hierzu kann der bestehende Hochtemperaturkonvertierungsreaktor 5' auch durch einen bei mittlerer Temperatur arbeitenden Konvertierungsreaktor ersetzt werden. Zwischen der Konvertierungsstufe und der Druckwechseladsorptionsanlage 11' wurde ein Gaskompressor 16' zur Verdichtung des Gasstromes 6' sowie eine Gaswäsche 7' zur Abtrennung des entstandenen vorgesehen, wobei im Ausführungsbeispiel das in der Gaswäsche 7' gewonnene Kohlendioxid 18' direkt einer technischen Anwendung zugeleitet wird. Zwischen der Wäsche 7' und der Druckwechseladsorptionsanlage 11' wurde eine zusätzliche Einrichtung 19' für die Rückführung eines Teils

14' des den Gaswäscher verlassenden wasserstoffreichen Gasstromes 10' in die Brennkammer 3', 3'', 3''' der Reformer 4', 4'', 4''' vorgesehen. Abschließend erfolgte eine Anpassung des vorhandenen Reformers 4' an die
5 Verbrennung sowie die Abwärmenutzung des nun wasserstoffreichen Brennstoffes. Die vorhandene Gasleitung 20 für die Zuführung von kohlenwasserstoffhaltigen Brenngasen in die Brennkammer 3' des Reformers 4' wird nicht mehr genutzt. Die Darstellung in Fig. 2 zeigt, dass mit vergleichsweise
10 geringem Aufwand eine konventionelle Wasserstoffanlage derart umrüstbar ist, dass mit ihr das erfindungsgemäße Verfahren betrieben werden kann. Hierdurch wird die Attraktivität des erfindungsgemäßen Verfahrens weiter erhöht.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Gewinnung von Wasserstoff aus einem methanhaltigen Gas, insbesondere Erdgas,

5

wobei in dem Gas enthaltene Kohlenwasserstoffe in einem Reformers (4) mittels Wasserdampf katalytisch in Wasserstoff, Kohlenmonoxid und Kohlendioxid gespalten werden und in einer nachgeschalteten Konvertierungsstufe mit Wasserdampf eine katalytische Konvertierung des entstandenen Kohlenmonoxids zu Kohlendioxid und Wasserstoff erfolgt,

10

wobei das Kohlendioxid mittels einer Gaswäsche (7) aus dem konvertierten Gasstrom (8) entfernt und der gewaschene wasserstoffreiche Gasstrom (10) anschließend in einer Druckwechseladsorptionsanlage (11) in einen aus Wasserstoff bestehenden Produktgasstrom (12) und einen Abgasstrom (13) getrennt wird und

15

20

wobei der Abgasstrom (13) zusammen mit Wasserstoff (14), der hinter der Gaswäsche (7) aus dem Gasstrom (10) abgezweigt wird, als weitgehend kohlenstoffreiches Brenngas dem Reformers (4) zugeführt und dort verbrannt wird.

25

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für die Konvertierungsstufe ein bei mittlerer Temperatur betriebener Konvertierungsreaktor (5) oder ein Hochtemperaturkonvertierungsreaktor (5') mit nachgeschaltetem Tieftemperaturkonvertierungsreaktor (5'') verwendet wird.

30

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass in der Gaswäsche (7) technisch reines Kohlendioxid (18) abgetrennt wird, welches für technische
5 Anwendungen genutzt oder zu einem Produkt (21) mit einer in der Lebensmittelindustrie einsetzbaren Qualität weiter verarbeitet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,
10 dass der konvertierte Gasstrom (6) vor Eintritt in die Druckwechseladsorptionsanlage (11) verdichtet wird.

5. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4 mit
15

- Mindestens einem mit einer Brennkammer (3) ausgerüsteten Reformer (4) zur katalytischen Spaltung von gasförmigen Kohlenwasserstoffen mit Wasserdampf,
20
- einer Konvertierungsstufe mit mindestens einem Konvertierungsreaktor (5) zur katalytischen Konvertierung von Kohlenmonoxid mit Wasserdampf zu Kohlendioxid und Wasserstoff,
25
- einer Gaswäsche (7) zur Abtrennung von Kohlendioxid aus dem die Konvertierungsstufe verlassenden Gastrom (8) und
30

5 - einer nachgeschalteten Druckwechsel-
 adsorptionsanlage (11) zur Isolierung von
 Wasserstoff (12), an die eine zur Brennkammer
 (3) zurückgeführte Gasleitung (17) zur
 Befuerung des Reformers mit einem aus der
 Adsorptionsanlage austretenden Gastrom
 angeschlossen ist,

10 wobei eine zusätzliche Einrichtung (19) für die Rückführung
 eines Teils (14) des die Gaswäsche (7) verlassenden
 wasserstoffreichen Gasstromes (10) in die Brennkammer (3)
 des Reformers (4) vorgesehen ist.

15 6. Anlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die
 Konvertierungsstufe einen bei mittlerer Temperatur be-
 triebenen Konvertierungsreaktor (5) oder einen Hoch-
 temperaturkonvertierungsreaktor (5') mit nachgeschaltetem
 Tieftemperaturkonvertierungsreaktor (5'') umfasst.

20 7. Anlage nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet,
 dass zwischen der Konvertierungsstufe und der Gaswäsche (7)
 eine Kompressionsstufe mit mindestens einem Gaskompressor
 (16) angeordnet ist.

25 8. Anlage nach Anspruch 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet,
 dass sich an den Kohlendioxidabgang der Gaswäsche (7) eine
 Reinigungsstufe (9) zur Aufkonzentrierung des abgetrennten
 Kohlendioxids (18) anschließt.

Fig. 1

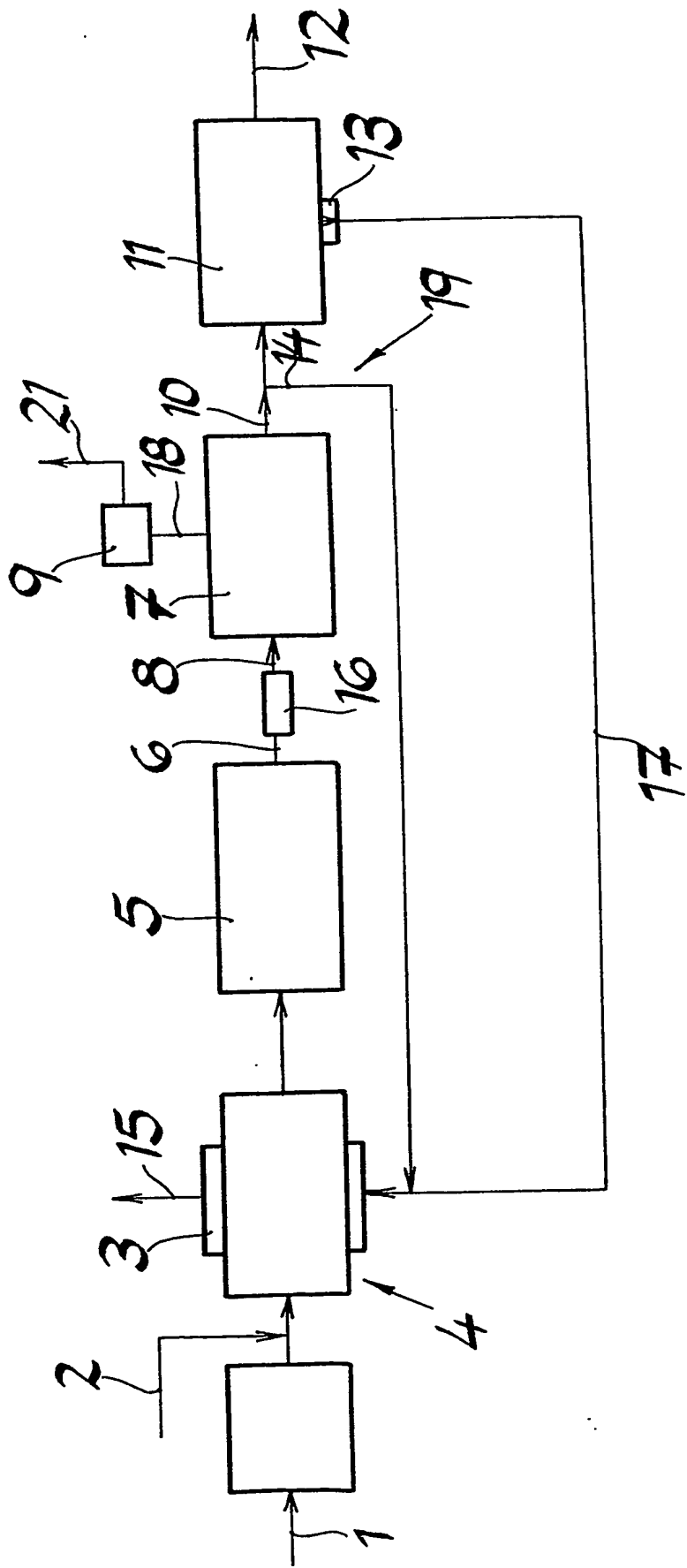
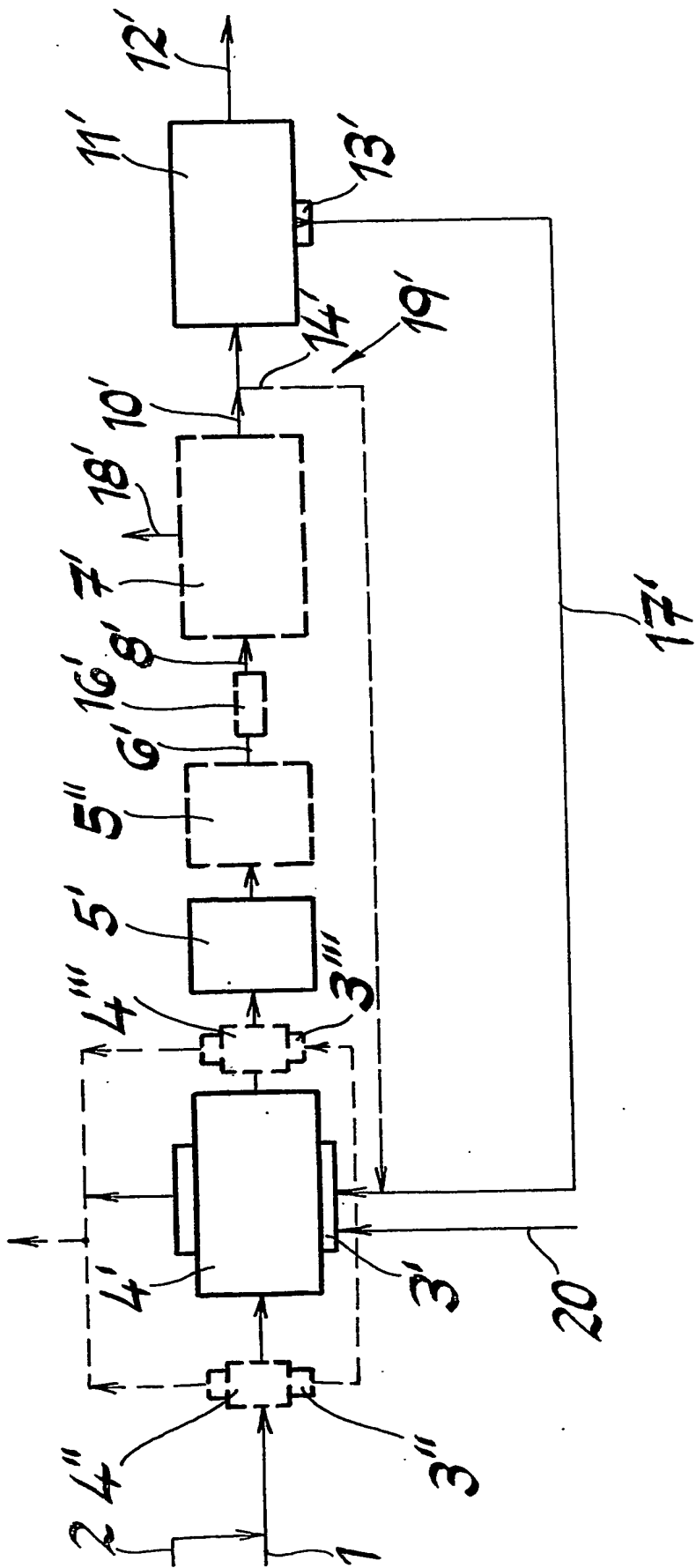


Fig. 2



Zusammenfassung:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gewinnung von Wasserstoff aus einem methanhaltigen Gas, insbesondere Erdgas. In dem Gas enthaltene Kohlenwasserstoffe werden in einem Reformier (4) mittels Wasserdampf katalytisch in Wasserstoff, Kohlenmonoxid und Kohlendioxid gespalten. In einer nachgeschalteten Konvertierungsstufe erfolgt mit Wasserdampf eine katalytische Konvertierung des entstandenen Kohlenmonoxids zu Kohlendioxyd und Wasser. Das Kohlendioxid wird mittels einer Gaswäsche (7) aus dem konvertiertem Gasstrom (8) entfernt, und der gewaschene wasserstoffreiche Gasstrom (10) wird anschließend in eine Druckwechseladsorptionsanlage (11) in einen aus Wasserstoff bestehenden Produktgasstrom (12) und einen Abgasstrom (13) getrennt. Der Abgasstrom (13) wird zusammen mit Wasserstoff (14), der hinter der Gaswäsche aus dem Gasstrom (10) abgezweigt wird, als weitgehend kohlenstofffreies Brenngas dem Reformier (4) zugeführt und dort verbrannt. Gegenstand der Anmeldung ist auch eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens (zu veröffentlichen mit Fig. 1).

Fig. 1

